Del 3R: Røntgendiagnostikk

Læringsmål

Etter gjennomført utdanningsprogram skal fysiker ha god oversikt over fagområdet. En medisinsk fysiker skal:

* bidra til optimal klinisk medisinsk strålebruk
* selvstendig kunne utføre og følge opp kvalitetssikring
* bidra til videreutvikling av metoder for kvalitetssikring
* kunne delta aktivt i innkjøpsprosesser
* kjenne til strålevernsprinsippene, strålevernslovgivning og nasjonale/internasjonale retningslinjer og anbefalinger innenfor medisinsk strålebruk
* ha tilstrekkelig kompetanse til å bidra til forskning og utvikling
* kunne holde undervisning

Enkelte av emnene bygger på hverandre og en må ha en grunnleggende forståelse for de fleste emnene før en kan gå i dybden på de enkelte emnene. Mye av den grunnleggende kunnskapen skal være dekket gjennom universitetsutdannelse eller fra del 1 i utdanningsprogrammet. Det er mulig å ta del 1 og 3 parallelt, men det er anbefalt å sørge for at de emnene som overlapper i del 1 og 3, først er dekket i del 1.

Det er ikke tenkt at kunnskapen og ferdighetene skal opparbeides kronologisk slik kapitlene er lagt opp, men at dette er en prosess hvor en veksler mellom teori, hospitering og praksis. For konkrete oppgaver anbefales en prosess skissert i figuren under, inspirert av figur I.2 i IAEA sine opplæringsprogram.

Noen typer apparater (mammografi-, DEXA og tannlegerøntgenapparater) inngår ikke i arbeidsfeltet til de fleste medisinske fysikere. Det vurderes likevel som nødvendig å ha en grunnleggende kunnskap om apparatene, mens dypere kunnskap om apparatene og kunnskaper/ferdigheter innen kvalitetskontroll bare er nødvendig for dem som jobber innen feltet. Dette fremgår av sjekklisten.

Observere oppgaver utført av veileder

Opparbeide grunnleggende kunnskap

Utføre oppgaver under veiledning

Utføre oppgaver med gjennomgang i ettertid av veileder

Opparbeide dypere kunnskap

Utføre oppgaver selvstendig

For anbefalt litteratur refereres til ressursbanken på NFMF sine nettsider.

**Innhold**

[3R.1. Teknologi 3](#_heading=h.30j0zll)

[3R.1.1. Apparatlære konvensjonell røntgen 3](#_heading=h.1fob9te)

[3R.1.2. Apparatlære gjennomlysningsapparater 3](#_heading=h.3znysh7)

[3R.1.3. Apparatlære CT 4](#_heading=h.2et92p0)

[3R.1.4. Apparatlære mammografiapparater 4](#_heading=h.3dy6vkm)

[3R.1.5. Apparatlære DEXA-apparater 4](#_heading=h.4d34og8)

[3R.1.6. Apparatlære tannlegerøntgenapparater 5](#_heading=h.17dp8vu)

[3R.2. Apparatspesifikk QA 5](#_heading=h.26in1rg)

[3R.3. Dosimetri i røntgendiagnostikk 6](#_heading=h.lnxbz9)

[3R.4. Strålevern innen røntgendiagnostikk 6](#_heading=h.35nkun2)

[3R.5. Optimalisering 7](#_heading=h.1ksv4uv)

[3R.6. Klinikk 7](#_heading=h.44sinio)

[3R.7. Revisjonsendringer 8](#_heading=h.2jxsxqh)

# Teknologi

Overordnet mål

God kunnskap om de ulike apparatene innen røntgendiagnostikk er vesentlig for å kunne gjøre kvalitetskontroll og optimalisering, og gir grunnlag for å kunne forstå og vurdere utfordringer som oppstår i den kliniske hverdagen.

Som nevnt innledningsvis i dokumentet er det – avhengig av arbeidsfelt – ikke nødvendigvis alle typer apparater (mammografi-, DEXA og tannlegerøntgenapparater) det er behov for å ha god kunnskap om, men det kan holde med en grunnleggende kunnskap om disse. Dette fremgår også i sjekklisten.

## Apparatlære konvensjonell røntgen

Kunnskap

* Produksjon av røntgenstråling
	+ Bremsestråling og karakteristisk stråling
* Generator
* Stråleutbytte og strålekvalitet
	+ Begreper
	+ Hvordan påvirkes av f.eks. kV, mA, eksponeringstid og filtrering
* Attenuasjon
	+ Attenuasjonsspekter
	+ Forskjeller mellom ulike vev
* Teknikker for å redusere spredt stråling
	+ Raster og «air gap»-teknikk
	+ Hvordan påvirker bildekvalitet og dose til pasient og detektor
* Dosemål på apparat
	+ DAP
* Automatisk eksponeringskontroll (AEK)
* Detektor-teknologi
	+ Inkludert digitalisering
* Ulike bildeprosesseringer
* Oppbygning konvensjonelt røntgenapparat
* Artefakter

## Apparatlære gjennomlysningsapparater

Bygger på

* Underdel 3R.1.1 Apparatlære konvensjonell røntgen

Kunnskap

* Bildeforsterker
* Dosemål på apparat
	+ DAP, AK ved IRP
* Fordeler og ulemper med over- og underbordsrør
* Ulikheter sammenlignet med konvensjonell røntgen
	+ Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.

## Apparatlære CT

Bygger på

* Underdel 3R.1.1 Apparatlære konvensjonell røntgen

Kunnskap

* Ulike generasjoner og applikasjoner av CT-teknologi, inkl.
	+ sekvensiell og helikal CT
	+ dual energy, perfusjon og hjerte-CT
	+ wide volum CT
* Ulike rekonstruksjonsteknikker, inkl.
	+ tilbakeprojeksjon, filtrert tilbakeprojeksjon, iterativ rekonstruksjon
	+ ulike rekonstruksjonsfiltre/kernel
	+ CT-tall, og hvordan de påvirkes av kV, attenuasjon og filtrering
* Dosemål på apparat
	+ CTDI, DLP, SSDE
* Ulikheter sammenlignet med konvensjonell røntgen
	+ Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.

## Apparatlære mammografiapparater

Bygger på

* Underdel 3R.1.1 Apparatlære konvensjonell røntgen
* Underdel 3R.1.3 Apparatlære CT (for tomosyntese)

Kunnskap

* Forskjell mellom symptomatisk og screening-mammografi
* Ulike target/filter-kombinasjoner
* Kontrast-forsterket mammografi
* Tomosyntese
* Dosemål på apparat
	+ MGD og ESD
* Ulikheter sammenlignet med konvensjonell røntgen
	+ Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.

## Apparatlære DEXA-apparater

Bygger på

* Underdel 3R.1.1 Apparatlære konvensjonell røntgen

Kunnskap

* Prinsipp for DEXA
* Dosemål på apparat
* Ulikheter sammenlignet med konvensjonell røntgen
	+ Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.

## Apparatlære tannlegerøntgenapparater

Bygger på

* Underdel 3R.1.1 Apparatlære konvensjonell røntgen
* Underdel 3R.1.3 Apparatlære CT (for CBCT)

Kunnskap

* Prinsipp for intraoral røntgen, OPG, CEF og CBCT
* Dosemål på apparat
* Ulikheter sammenlignet med konvensjonell røntgen
	+ Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.

# Apparatspesifikk QA

Overordnet mål

Kandidaten skal kunne utføre og vurdere kvalitetskontroller, samt videreutvikle kvalitetskontrollregimer. For noen apparater med lang levetid vil det ikke være praktisk gjennomførbart verken å delta på eller selvstendig utføre mottakskontroll i løpet av opplæringsperioden. Her vurderes det derfor tilstrekkelig som et minstekrav teoretisk kunnskap om hvordan dette skal gjøres.

Som nevnt innledningsvis i dokumentet er det – avhengig av arbeidsfelt – ikke nødvendigvis alle typer apparater (mammografi-, DEXA og tannlegerøntgenapparater) det er behov for å ha kunnskaper og erfaringer innen apparatspesifikk QA. Dette fremgår også i sjekklisten.

Bygger på

* Underdel 3R.1 Teknologi

Kunnskap

* Generell livssyklus til apparatur
* Kjenne til ulike konsepter innen kvalitetskontroll innen radiologi, inkl.
	+ mottakskontroll, QM, QA, QC og konstanskontroller.
* Lokale prosedyrer for kvalitetskontroll for ulik apparatur
* Statens Stråleverns minstekrav for kvalitetskontroll
* Kjenne til ulike nasjonale og internasjonale anbefalinger for kvalitetskontroll

Ferdigheter

* Kunne utføre og analysere kvalitetskontroll for ulik apparatur.
* Kunne vurdere lokale prosedyrer opp mot internasjonale anbefalinger.

# Dosimetri i røntgendiagnostikk

Overordnet mål

Å gi kandidaten en forståelse for ulike dosebegreper, og anvendelse av disse i klinikken og under kvalitetskontroll.

Bygger på

* 3R.1 Teknologi

Kunnskap

* Ulike dosebegreper
	+ Inkl. kerma, kermarate, avsatt og absorbert energi, ekvivalent og effektiv dose
	+ Hp10 og Hp,07
	+ Dosemål på ulik apparatur
* Hvordan ulike eksponeringsparametere påvirker dose, inkl. høyspenning, rørstrøm og filtrering
* Kjenne til programvare for å regne ut ekvivalent og/eller effektiv dose
* Ulike typer dosemålere

Ferdigheter

* Kunne måle dose under kvalitetskontroller
* Kunne beregne pasient- og fosterdose etter konvensjonell og CT-undersøkelse

# Strålevern innen røntgendiagnostikk

Overordnet mål

Å gi kandidaten en forståelse for ulike aspekter innen strålevern. Det kan være ulik praksis hvem som har oppgaver knyttet til strålevern i avdelingen, men det er forventet at en medisinsk fysiker innen røntgendiagnostikk har god kunnskap og kan bidra rundt dette.

Bygger på

* Kunnskap om stråling og strålevern i del 1 og 2.
* 3R.3 Dosimetri i røntgendiagnostikk

Kunnskap

* Relevante begreper
	+ Inkl. spredt stråling, inverse kvadratloven
* Ulike stråleskader
	+ Stokastiske og deterministiske skader, inkl. LNT-modellen
	+ Pasienter og ansatte
	+ Foster og barn
* Grenseverdier for pasient, ansatte og allmennhet/ikke-yrkeseksponerte
* Dosereduksjon til pasient, ansatte og allmennhet/ikke-yrkeseksponerte
	+ Faktorer som bidrar til dose; inkludert apparatbruk og romdesign
	+ Generelle prinsipper og anbefalinger for personlig verneutstyr
	+ Generelle prinsipper og anbefalinger for bygningsmessig skjerming
* Persondosimetri
	+ Hp10 og Hp,07 og sammenheng med effektiv dose
	+ Ulike typer persondosimetre
* Relevant litteratur
	+ Strålevernforskriften og tilhørende veileder for røntgen- og MR-apparatur
	+ Lokale strålevernprosedyrer

Ferdigheter

* Kunne vurdere om den bygningsmessige skjermingen rundt en lab er forskriftsmessig

# Optimalisering

*Overordnet mål*

Å gi kandidaten tilstrekkelig kunnskap til å kunne delta og bidra i optimaliseringsprosjekter.

Bygger på

* 3R.1 Teknologi
* 3R.3 Dosimetri i røntgendiagnostikk
* 3R.6 Klinikk

Kunnskap

* Kjenne til relevante begreper
	+ Inkl. berettigelse, og relativ og absolutt risiko
* Ha en forståelse av fordeler og ulemper ved røntgendiagnostiske undersøkelser
	+ Inkl. falskt positive og falskt negative resultater, og potensielle stråleskader
* Forståelse for ulike parametere som kan justeres under optimalisering, både eksponerings- og prosesseringsparametere, og hvordan de vil påvirke bildekvalitet og stråledose

Ferdigheter

* Deltatt på optimaliseringsprosjekt

# Klinikk

*Overordnet mål*

For å kunne vurdere viktigheten av kvalitetskontroller på ulikt utstyr og for å kunne delta aktivt i optimalisering av prosedyrer er det essensielt at en medisinsk fysiker kjenner godt til vanlige undersøkelser som gjøres på avdelingen, samt rollene til ulike yrkesgrupper i ulike sammenhenger.

Bygger på

* Røntgenrør, kollimatorer, raster, detektor, AEK, bildeprosessering og artefakter.
* Apparatspesifikk QA
* 3R.5 Optimalisering

*Kunnskap*

* Kjenne til de ulike yrkesgruppenes roller og ansvar
	+ Ved undersøkelser
	+ Ved optimalisering
	+ Ved kvalitetssikring
* Kunnskap om de vanligste undersøkelsene og behandlingene i avdelingen
	+ Grunnleggende om typiske indikasjoner (sykdommer)
	+ Grunnleggende om anatomi og fysiologi i forhold til disse
	+ Utstyr og parametere brukt i bildeopptaket
	+ Typiske pasientdoser
	+ Hvordan tolkes bildene?
* Kjenne til de viktigste datasystemene som benyttes i klinikken
	+ Inkl. RIS og PACS

*Ferdigheter*

Hospitering sammen med ulike yrkesgrupper er satt opp for å kunne kommunisere godt med disse og være godt kjent med deres arbeidshverdag. Totalomfanget er angitt i timer og er å anse som et minimum.

* Delta i settinger der radiolog tolker bilder (eks. hospitere sammen med radiolog, delta på MDT møter) for å erfare hvordan bildene for ulike undersøkelser brukes, bli kjent med radiologene og hvordan de jobber, bli kjent med ord og uttrykk som brukes, erfare hva som er fokusområder ift bildekvalitet.
	+ Totalomfang tilsvarende 10 timer – egen sjekkliste
* Hospitering ved de ulike undersøkelsene i avdelingen for å bli kjent med radiografene og deres arbeidshverdag, bli kjent med ord og uttrykk som brukes, bli kjent med software og apparater i en klinisk setting.
	+ Totalomfang tilsvarende 5 arbeidsdager = 30 timer – egen sjekkliste
* Hospitere sammen med medisinsk teknisk personell der røntgendiagnostisk utstyr er tema for å bli kjent med ingeniørene og deres arbeidshverdag for bedre samhandling ved oppfølging av kvalitetskontroller.
	+ Totalomfang tilsvarende 5 timer – egen sjekkliste
* Kunne frembringe bilder fra PACS

# Revisjonsendringer

01.11.2022: Presiseringer for hensikt og gjennomføring av hospitering med andre faggrupper i 3R.6 Klinikk. Satt krav til totalomfang for hospitering med radiograf, radiolog og medisinsk teknisk personell.